

Amendment

(Amendment Under Article 11)

To: Commissioner, Patent Office

1. INTERNATIONAL APPLICATION NO.

PCT/JP03/10076

2. APPLICANT

Name HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA
Address 1-1, Minami-Aoyama 2-chome, Minato-ku, Tokyo 107-8556
JAPAN
Nationality JAPAN
Residence JAPAN

3. ATTORNEY

Name (8197) Patent Attorney YOSHIDA Yutaka
Address 816, Ikebukuro White House Building, 20-2,
Higashi Ikebukuro 1-chome, Toshima-ku, Tokyo
170-0013 JAPAN

4. SUBJECT TO BE AMENDED

Description

Claim

5. DESCRIPTION OF AMENDMENT

As stated in the annexed.

(1) Claims 7 to 13 are added.

(2) Description for configurations and effects of Claims 7 to 13 is added between

P. 4, L. 6 and 7.

(3) Amended in Specification P. 8, L. 5, "Harmonic Drives whose bases (sections that do not rotate; not shown) are fastened to the shank link" by deleting ";" not shown".

(4) Amended in P. 13, L. 16, "the ankle joints 18R(L), 20R(L) are driven the pitch direction (around the Y-axis)" to --- the ankle joints 18R(L), 20R(L) are driven in the pitch direction (around the Y-axis) ---. (As underlined)

6. PAPERS ATTACHED HERETO

Specification A replaced paper of P. 4, 4/1, 4/2, 4/3, 8, 8/1, 13, 13/1. 1

Claim A replaced paper of P. 17, 17/1. 1

(Note: the numbers of pages and lines in Specification and Claim are expressed in accordance with the English text.)

through a plurality of rods. Thus, since it is configured such that the second joint is driven by a plurality of actuators and is connected to at least one of output shafts of the actuators and output shafts of transmission elements to which outputs of the output shafts of the actuators are transmitted, to be driven through a plurality of rods, 5 the second joint is driven by a plurality of actuators and is connected to at least one of output shafts of the actuators and output shafts of transmission elements to which outputs of the actuators are transmitted, to be driven through a plurality of rods, in addition to the advantages mentioned above, the driving of the second joint (more specifically, the ankle joints which require large driving force) can be 10 conducted using the sum of the driving forces of a plurality of actuators, and the actuators that drive the second joint can be made compact.

The present invention is further configured, as recited in claim 5 mentioned below, such that the rods are located to be spaced by prescribed distances from axes of the second joints. Thus, since it is configured such that the rods connecting the 15 second joint and the outputs of the actuators (or the transmission elements to which their outputs are transmitted) are located to be spaced by prescribed distances from axes of the second joints, in addition to the advantages mentioned above, the second joint can be driven by a small force.

The present invention is further configured, as recited in claim 6 mentioned 20 below, such that the second joint is one among the joints that the legs have, that is located farthest toward a ground-contacting end. Thus, since it is configured such that the second joint is one among the joints that the legs have, that is located farthest toward a ground-contacting end, the distance between the ground-contact end of the leg and the second joint (ankle joint) can be reduced, thereby enabling to 25 improve the stability of the robot.

The present invention is further configured, as recited in claim 7 mentioned below, to have a legged mobile robot equipped with articulated legs such that it moves by driving each leg by an actuator associated therewith: characterized in that: each leg has at least a first joint, a second joint located below the first joint in the 30 gravitational direction and a speed reducer to which an output of the actuator that drives the second joint is transmitted; and that an input shaft of the speed reducer is

located coaxially with an axis of the first joint. Thus, since it is configured such that each leg has at least a first joint, a second joint located below the first joint in the gravitational direction and a speed reducer to which an output of the actuator that drives the second joint is transmitted; and that an input shaft of the speed reducer is located coaxially with an axis of the first joint, it becomes possible to lighten the weight of the ground-contacting ends of the legs (distal end side, i.e., the side of the second joint) and thereby provide a legged mobile robot enabling reduction of the inertial forces occurring in the legs during moving, particularly during high-speed moving.

The present invention is further configured, as recited in claim 8 mentioned below, to have a legged mobile robot equipped with articulated legs such that it moves by driving each leg by an actuator associated therewith: characterized in that: each leg has at least a first joint, a second joint located below the first joint in the gravitational direction, a link that connects the first joint and the second joint, and a speed reducer to which an output of the actuator that drives the second joint is transmitted; and that a base of the speed reducer is located at the link that connects the first joint and the second joint. Thus, since it is configured such that each leg has at least a first joint, a second joint located below the first joint in the gravitational direction, a link that connects the first joint and the second joint, and a speed reducer to which an output of the actuator that drives the second joint is transmitted; and that a base of the speed reducer is located at the link that connects the first joint and the second joint, it becomes possible to lighten the weight of the ground-contacting ends of the legs (distal end side, i.e., the side of the second joint) and thereby provide a legged mobile robot enabling reduction of the inertial forces occurring in the legs during moving, particularly during high-speed moving. In addition, since a base of the speed reducer is located at the link that connects the first joint and the second joint, it becomes possible to reduce an influence that an angular change of the first joint gives to an angle of the second joint. Particularly, the angular change of the second joint with respect to the angular change of the first joint can be reduced in proportion to the reduction ratio of the speed reducer.

The present invention is further configured, as recited in claim 9 mentioned

below, such that an output shaft of the speed reducer is located coaxially with the axis of the first joint, and the second joint is connected to the output shaft of the speed reducer to be driven through a rod. Thus, since it is configured such that an output shaft of the speed reducer is located coaxially with the axis of the first joint, 5 and the second joint is connected to the output shaft of the speed reducer to be driven through a rod, in addition to the advantages mentioned in Claims 7 and 8, driving force can be transmitted with good accuracy even though the second joint and speed reducer are located apart from each other, and the first joint and the second joint can be angularly adjusted independently.

10 The present invention is further configured, as recited in claim 10 mentioned below, such that the second joint has rotation axes that are arranged in at least two different directions. Thus, since it is configured such that the second joint has rotation axes that are arranged in at least two different directions, smooth moving of the robot is made possible.

15 The present invention is further configured, as recited in claim 11 mentioned below, such that the second joint is driven by a plurality of actuators and is connected to output shafts of the speed reducers to which outputs of the actuators are transmitted, to be driven through a plurality of rods. Thus, since it is configured such that the second joint is driven by a plurality of actuators and is connected to 20 output shafts of the speed reducers to which outputs of the actuators are transmitted, to be driven through a plurality of rods, in addition to the advantages mentioned in Claims 7 to 10, the driving of the second joint (the ankle joint which requires large driving force) can be conducted using the sum of the driving forces of a plurality of the electric motors, the ankle joint electric motors thereby can be made compact.

25 The present invention is further configured, as recited in claim 12 mentioned below, such that the rods are located to be spaced by prescribed distances from axes of the second joints. Thus, since it is configured such that the rods connecting the second joints and the output shafts of the speed reducers are located to be spaced by prescribed distances from axes of the second joints, in addition to the advantage 30 mentioned in Claim 11, the second joint can be driven by a small force.

The present invention is further configured, as recited in claim 13 mentioned

below, such that the second joint is one among the joints that the legs have, that is located farthest toward a ground-contacting end. Thus, since it is configured such that the second joint is one among the joints that the legs have, that is located farthest toward a ground-contacting end, in addition to the advantages mentioned in 5 Claims 7 to 12, the distance between the ground-contact end of the leg and the second joint (ankle joint) can be reduced, thereby enabling to improve the stability of the robot.

BRIEF EXPLANATION OF THE DRAWINGS

10 FIG. 1 is a diagram schematically showing a legged mobile robot according to one embodiment of this invention with focus on the joint structure of the legs.

FIG. 2 is a right side view showing in detail the right leg of the legged robot shown schematically in FIG. 1.

FIG. 3 is a rear view of the leg shown in FIG. 2.

15 FIG. 4 is a sectional view taken along line IV – IV of FIG. 3.

FIG. 5 is a sectional view taken along line V – V in FIG. 3.

is connected through a belt 56v to a pulley 56p fastened to an output shaft 56os of the aforesaid second ankle joint electric motor 56, whereby the output of the second ankle joint electric motor 56 is transmitted to the speed reducer 72. The speed reducer 72 will be called a "second ankle joint speed reducer" hereinafter. The first 5 ankle joint speed reducer 70 and second ankle joint speed reducer 72 are both known Harmonic Drives whose bases (sections that do not rotate) are fastened to the shank link 30R.

FIG. 4 is a sectional view taken along line IV – IV of FIG. 3, i.e., a sectional view of the knee joint 16R.

10 As shown in the same drawing, the input shafts 70is, 72is and output shafts 70os, 72os of the first ankle joint speed reducer 70 and second ankle joint speed reducer 72 are all located coaxially with the axis 16s of the knee joint 16R. Further, a first ankle joint rod connector 80 is fastened to the output shaft 70os of the first ankle joint speed reducer 70, and the upper end of a first ankle joint rod 82 made of a rigid body is connected to the first ankle joint rod connector 80 to be rotatable in the pitch direction. Similarly, a second ankle joint rod connector 84 is fastened to the output shaft 72os of the second ankle joint speed reducer 72, and the upper end of a second ankle joint rod 86 made of a rigid body is connected to the second ankle joint rod connector 84 to be rotatable in the pitch direction.

15

20 Returning to the explanation of FIG. 2 and FIG. 3, a mount 88 is provided above the six-axis force sensor 34R. A universal joint 90 equipped with rotation axes 90a and 90b in two different directions in the same plane is installed on the mount 88. The universal joint 90 is connected to the lower end of the shank link 30R, whereby it is connected to the aforesaid foot 22R through the universal joint 90, mount 88 and six-axis force sensor 34R. The universal joint 90 will be called a 25 mount a "shank link connecting universal joint" hereinafter.

FIG. 5 is a sectional view taken along line V – V in FIG. 3, i.e., a sectional view of the ankle joints 18R, 20R.

As shown in the same drawing, the shank link connecting universal joint 90 is 30 equipped with two shafts 90A and 90B that intersect at right angles. The shaft 90A is a roll direction (around the X-axis) rotating shaft that corresponds to the aforesaid

joint 20R and whose center of rotation is the

changes by θ_{move} .

On the other hand, in the legged mobile robot 1 according to this invention, change in the angle of the knee joint 16R(L) has substantially no effect on the angles of the ankle joints 18R(L), 20R(L). To be precise, the relative angle between the aforesaid base (section fastened to the shank link 30 that does not rotate) and the input shaft 70is, 72is changes when the angle of the knee joint 16R(L) changes, so that the ankle joints 18R(L), 20R(L) are driven in the pitch direction (around the Y-axis) by an angle reduced in proportion to the reduction ratio of the speed reducer 70, 72. Specifically, defining the change in the angle θ_{knee} of the knee joint 16R(L) as θ_{move} , angle θ_{ankle} of the ankle joint changes by approximately θ_{move} / reduction ratio.

However, the reduction ratio of the speed reducers 70, 72 ordinarily needs to be set large because, as mentioned earlier, large driving forces are required for driving the ankle joints. θ_{move} /reduction ratio therefore becomes a very small value, so that the change in the angle of the knee joint 16R(L) has substantially no effect on the angles of the ankle joints 18R(L), 20R(L). Moreover, since the rotational motion (rotational motion in the pitch direction) of the knee joint 16R(L) is totally unrelated to the rotational motion in the roll direction (around the X-axis) of the ankle joints 18R(L), 20R(L), the motion of the knee joint 16R(L) has no effect on roll direction motion of the ankle joints 18R(L), 20R(L). The knee joint 16R(L) and the ankle joints 18R(L), 20R(L) can therefore be angularly adjusted independently.

As set out in the foregoing, the legged mobile robot according to this embodiment is configured such that in a legged mobile robot (robot) 1 equipped with articulated legs such that it moves by driving each leg by an actuator associated therewith so as to be equipped with the articulated legs 2R(L) such that it moves by driving each leg by an actuator associated therewith, each leg has at least a first joint (knee joint 16R(L)) and a second joint (ankle joint 18R(L), 20R(L)) located below the first joint in the gravitational direction; and the actuator that drives the second joint (first ankle joint electric motor 54, second ankle joint electric motor 56) is located at least one of a position same as that of the first joint and a position (thigh links 28R(L)) above the first joint in the gravitational direction.

Further, it is configured such that, at least one of an output shaft (54os, 56os)

CLAIMS

7. (Added) A legged mobile robot equipped with articulated legs such that it moves by driving each leg by an actuator associated therewith:

characterized in that:

5 each leg has at least a first joint, a second joint located below the first joint in the gravitational direction and a speed reducer to which an output of the actuator that drives the second joint is transmitted; and

that an input shaft of the speed reducer is located coaxially with an axis of the first joint.

10 8. (Added) A legged mobile robot equipped with articulated legs such that it moves by driving each leg by an actuator associated therewith:

characterized in that:

15 each leg has at least a first joint, a second joint located below the first joint in the gravitational direction, a link that connects the first joint and the second joint, and a speed reducer to which an output of the actuator that drives the second joint is transmitted; and

that a base of the speed reducer is located at the link that connects the first joint and the second joint.

20 9. (Added) The legged mobile robot according to claim 7 or 8, wherein an output shaft of the speed reducer is located coaxially with the axis of the first joint, and the second joint is connected to the output shaft of the speed reducer to be driven through a rod.

25 10. (Added) The legged mobile robot according to one of claims 7 to 9, wherein the second joint has rotation axes that are arranged in at least two different directions.

11. (Added) The legged mobile robot according to one of claims 7 to 10, wherein the second joint is driven by a plurality of actuators and is connected to output shafts of the speed reducers to which outputs of the actuators are transmitted, to be driven through a plurality of rods.

30 12. (Added) The legged mobile robot according to claim 11, wherein the rods are located to be spaced by prescribed distances from axes of the second joints.

13. (Added) The legged mobile robot according to one of claims 7 to 12, wherein the second joint is one among the joints that the legs have, that is located farthest toward a ground-contacting end.

控

手 続 補 正 書

(法第11条の規定による補正)

特許庁長官 殿



1. 國際出願の表示 PCT/JP03/10076

2. 出願人

名 称 本田技研工業株式会社

HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI
KAISHA

あて名 〒107-8556 日本国東京都港区南青山二丁目1番1号

1-1, Minami-Aoyama 2-chome,
Minato-ku, Tokyo 107-8556
JAPAN

国 稷 日本国 Japan

住 所 日本国 Japan

3. 代理人

氏 名 (8197) 弁理士 吉 田 豊


YOSHIDA Yutaka

あて名 〒170-0013 日本国東京都豊島区東池袋1丁目20番2号

池袋ホワイトハウスビル816号
816, Ikebukuro White House
Building, 20-2, Higashi
Ikebukuro 1-chome,
Toshima-ku, Tokyo 170-0013
JAPAN

4. 補正の対象 明細書

請求の範囲

5. 補正の内容 別紙の通り

(1) 請求の範囲第7項から第13項を追加する。

(2) 明細書第3頁第20行と第21行の間に、追加した請求の範囲第7項から第13項の構成と効果に関する記載を追加する。

(3) 明細書第7頁第5行の「ニック減速機であり、それらのベース部（回転しない部位。図示せず）は、下腿」なる原記載から、「図示せず」を削除する。

(4) 明細書第12頁第7行の「足首関節18R（L），20R（L）がピッチ方向（Y軸まわり）駆動される」なる原記載を『足首関節18R（L），20R（L）がピッチ方向（Y軸まわり）に駆動される』と補正する（補正箇所に下線を付す）。

6. 添付書類の目録

明細書 第3頁、第3／1頁、第3／2頁、第3／3頁、第7頁および第12頁
の新たな用紙 1通

請求の範囲 第15／1頁および第15／2頁の新たな用紙 1通

と、複数本のロッドを介して駆動されるように接続される如く構成した。このように、第2の関節が複数個のアクチュエータによって駆動されると共に、前記複数個のアクチュエータの出力軸、およびそれらの出力が伝達される伝達要素の出力軸のいずれかと、複数本のロッドを介して駆動されるように接続される如く構成したので、前述の効果に加え、第2の関節（具体的には大きな駆動力が必要とされる足首関節）の駆動を複数個のアクチュエータの駆動力の和によって行なうことができ、よって第2の関節を駆動する複数個のアクチュエータを小型化することができる。

また、この発明は、後述する請求の範囲第5項に記載する如く、前記複数本のロッドは、前記第2の関節の軸線から所定の距離離間して配置される如く構成した。このように、第2の関節とそれを駆動する複数個のアクチュエータ（あるいはそれらの出力が伝達される伝達要素）の出力軸を接続する複数本のロッドが、第2の関節の軸線から所定の距離離間して配置される如く構成したので、前述の効果に加え、小さな駆動力で第2の関節を駆動することができる。

また、この発明は、後述する請求の範囲第6項に記載する如く、前記第2の関節は、前記脚部が有する関節の中で最も接地側に配置される関節である如く構成した。このように、第2の関節が脚部が有する関節の中で最も接地側に配置される関節である如く構成したので、前述の効果に加え、脚部の接地端から第2の関節（具体的には足首関節）までの距離を小さくすることができ、よって脚式移動ロボットの安定性を向上させることができる。

また、この発明は、後述する請求の範囲第7項に記載する如く、関節脚部を備え、アクチュエータで前記脚部を駆動して移動する脚式移動ロボットにおいて、前記脚部は、少なくとも第1の関節と、前記第1の関節より重力方向において下方に配置される第2の関節と、前記第2の関節を駆動するアクチュエータの出力が伝達される減速機とを備えると共に、前記減速機の入力軸が前記第1の関節の軸線と同軸に配置される如く構成した。このように、脚部が少なくとも第1の関節と、それより重力方向において下方に配置される第2の関節と、第2の関節を駆動するアクチュエータの出力が伝達される減速機とを備えると共に、前記減速機の入力軸が前記第1の関節の軸線と同軸に配置されるように構成したので、脚

部の接地側（末端側。即ち、第2の関節側）の重量を軽量化することができ、よって移動時、特に高速移動時に脚部に発生する慣性力を低減することができる。

また、この発明は、後述する請求の範囲第8項に記載する如く、関節脚部を備え、アクチュエータで前記脚部を駆動して移動する脚式移動ロボットにおいて、

5 前記脚部は、少なくとも第1の関節と、前記第1の関節より重力方向において下方に配置される第2の関節と、前記第1の関節と前記第2の関節を連結するリンクと、前記第2の関節を駆動するアクチュエータの出力が伝達される減速機とを備えると共に、前記減速機のベース部が前記第1の関節と第2の関節を連結するリンクに配置される如く構成した。このように、脚部が少なくとも第1の関節と
10 、それより重力方向において下方に配置される第2の関節と、前記第1の関節と前記第2の関節を連結するリンクと、前記第2の関節を駆動するアクチュエータの出力が伝達される減速機とを備えると共に、前記減速機のベース部が第1の関節と第2の関節を連結するリンクに配置されるように構成したので、脚部の接地側（末端側。即ち、第2の関節側）の重量を軽量化することができ、よって移動
15 時、特に高速移動時に脚部に発生する慣性力を低減することができる。さらに、減速機のベース部を第1の関節と第2の関節を連結するリンクに配置することで、第1の関節の角度変化が第2の関節の角度に及ぼす影響を低減することができる。具体的には、第1の関節の角度変化に対する第2の関節の角度変化を、減速機の減速比倍に低減することができる。

20 また、この発明は、後述する請求の範囲第9項に記載する如く、前記減速機の出力軸が、前記第1の関節の軸線と同軸に配置されると共に、前記第2の関節は、前記減速機の出力軸にロッドを介して駆動されるように接続される如く構成した。このように、減速機の出力軸が、第1の関節の軸線と同軸に配置されると共に、前記第2の関節は、前記減速機の出力軸に剛体であるロッドを介して駆動されるように接続される如く構成したので、請求の範囲第7項および第8項で述べた効果に加え、第2の関節と減速機を離間して配置しても精度良く動力を伝達することができる。さらには、第1の関節と第2の関節を独立して角度調整することができる。

また、この発明は、後述する請求の範囲第10項に記載する如く、前記第2の

関節は、少なくとも異なる2方向の回転軸線を備える如く構成した。このように、第2の関節が少なくとも異なる2方向の回転軸線を備える如く構成したので、請求の範囲第7項から第9項で述べた加え、脚式移動ロボットの滑らかな移動が可能となる。

5 また、この発明は、後述する請求の範囲第11項に記載する如く、前記第2の関節は、複数個のアクチュエータによって駆動されると共に、前記複数個のアクチュエータの出力が伝達される減速機の出力軸と複数本のロッドを介して駆動されるように接続される如く構成した。このように、第2の関節が複数個のアクチュエータによって駆動されると共に、前記複数個のアクチュエータの出力が伝達
10 される減速機の出力軸と、複数本のロッドを介して駆動されるように接続される如く構成したので、請求の範囲第7項から第10項で述べた加え、第2の関節（具体的には大きな駆動力が必要とされる足首関節）の駆動を複数個のアクチュエータの駆動力の和によって行なうことができ、よって第2の関節を駆動する複数個のアクチュエータを小型化することができる。

15 また、この発明は、後述する請求の範囲第12項に記載する如く、前記複数本のロッドは、前記第2の関節の軸線から所定の距離離間して配置される如く構成した。このように、第2の関節と減速機の出力軸を接続する複数本のロッドが、第2の関節の軸線から所定の距離離間して配置される如く構成したので、請求の範囲第11項で述べた効果に加え、小さな駆動力で第2の関節を駆動することができる。
20

また、この発明は、後述する請求の範囲第13項に記載する如く、前記第2の関節は、前記脚部が有する関節の中で最も接地側に配置される関節である如く構成した。このように、第2の関節が脚部が有する関節の中で最も接地側に配置される関節である如く構成したので、請求の範囲第7項から第12項で述べた効果
25 に加え、脚部の接地端から第2の関節（具体的には足首関節）までの距離を小さくすることができ、よって脚式移動ロボットの安定性を向上させることができる。

第1図は、この発明の一つの実施の形態に係る脚式移動ロボットを、脚部の関節構造を中心に模式的に示す概略図である。

第2図は、第1図で模式的に示したロボットの右側の脚部を詳しく示す右側面図である。

5 第3図は、第2図に示す脚部の背面図である。

第4図は、第3図のIV-IV線断面図である。

第5図は、第3図のV-V線断面図である。

2足首関節用電動モータ56の出力軸56o.sに固定されたブーリ56pとベルト56vを介して接続され、よって第2足首関節用電動モータ56の出力は減速機72に伝達される。以下、減速機72を「第2足首関節用減速機」という。尚、第1足首関節用減速機70と第2足首関節用減速機72は、共に公知のハーモニック減速機であり、それらのベース部（回転しない部位）は、下腿リンク30Rに固定される。

第4図は、第3図のIV-IV線断面図、即ち、膝関節16Rの断面図である。

同図に示す如く、第1足首関節用減速機70と第2足首関節用減速機72の入力軸70i.s, 72i.sと出力軸70o.s, 72o.sは、いずれも膝関節16Rの軸線16sと同軸に配置される。また、第1足首関節用減速機70の出力軸70o.sには第1足首関節用ロッド接続部80が固定され、第1足首関節用ロッド接続部80には剛体からなる第1足首関節用ロッド82の上端がピッチ方向に回動自在に接続される。同様に、第2足首関節用減速機72の出力軸72o.sには、第2足首関節用ロッド接続部84が固定され、第2足首関節用ロッド接続部84には剛体からなる第2足首関節用ロッド86の上端がピッチ方向に回動自在に接続される。

第2図および第3図の説明に戻ると、6軸力センサ34Rの上部には台座部88が設けられる。台座部88には、同一平面上において異なる2方向の回転軸線90aと90bを備えるユニバーサル・ジョイント90が設置される。下腿リンク30Rの下端は、ユニバーサル・ジョイント90に接続され、よってユニバーサル・ジョイント90、台座部88および6軸力センサ34Rを介して前記した足平22Rに接続される。以下、ユニバーサル・ジョイント90を「下腿リンク接続用ユニバーサル・ジョイント」という。

第5図は、第3図のV-V線断面図、即ち、足首関節18R, 20Rの断面図である。

同図に示すように、下腿リンク接続用ユニバーサル・ジョイント90は、直交する2本の軸90Aと90Bを備える。軸90Aは、ロール方向（X軸まわり）の回転軸であり、前記した関節20Rに相当すると共に、その回転中心が上記し

1 e も θ move だけ変位する。

他方、この発明に係る脚式移動ロボット 1 にあっては、膝関節 16 R (L) の角度が変位しても足首関節 18 R (L), 20 R (L) の角度にはほとんど影響を及ぼさない。正確には、膝関節 16 R (L) の角度が変化すると前記したベース部 (下腿リンク 30 に固定されて回転しない部分) と入力軸 70 i s, 72 i s の相対角度が変化するため、減速機 70, 72 の減速比倍低減された角度だけ足首関節 18 R (L), 20 R (L) がピッチ方向 (Y 軸まわり) に駆動される。具体的には、膝関節 16 R (L) の角度 θ knee の変位を θ move とすると、足首関節の角度 θ ankle は、およそ θ move / 減速比だけ変化する。

しかしながら、前述した如く、足首関節の駆動には大きな駆動力が必要とされるため、通常は減速機 70, 72 の減速比も大きく設定される。このため、 θ move / 減速比は非常に小さな値となることから、膝関節 16 R (L) の角度の変化は足首関節 18 R (L), 20 R (L) の角度にはほとんど影響を及ぼさない。また、膝関節 16 R (L) の回転運動 (ピッチ方向の回転運動) は、足首関節 18 R (L), 20 R (L) のロール方向 (X 軸まわり) の回転運動とは全く関係しないため、膝関節 16 R (L) の運動が足首関節 18 R (L), 20 R (L) のロール方向の運動に影響を及ぼすことはない。従って、膝関節 16 R (L) と足首関節 18 R (L), 20 R (L) を独立して角度調整することができる。

以上のように、この実施の形態に係る脚式移動ロボットにあっては、関節脚部 2 R (L) を備え、アクチュエータで前記脚部を駆動して移動する脚式移動ロボット (ロボット) 1において、前記脚部は、少なくとも第 1 の関節 (膝関節 16 R (L)) と、前記第 1 の関節より重力方向において下方に配置される第 2 の関節 (足首関節 18 R (L), 20 R (L)) を備えると共に、前記第 2 の関節を駆動するアクチュエータ (第 1 足首関節用電動モータ 54, 第 2 足首関節用電動モータ 56) が、前記第 1 の関節と同位置および前記第 1 の関節より重力方向において上方の位置 (上腿リンク 28 R (L)) のいずれかに配置される如く構成した。

また、前記第 2 の関節を駆動するアクチュエータの出力軸 54 o s, 56 o s

7. (追加) 関節脚部を備え、アクチュエータで前記脚部を駆動して移動する脚式移動ロボットにおいて、前記脚部は、少なくとも第1の関節と、前記第1の関節より重力方向において下方に配置される第2の関節と、前記第2の関節を駆動するアクチュエータの出力が伝達される減速機とを備えると共に、前記減速機の
5 入力軸が前記第1の関節の軸線と同軸に配置されることを特徴とする脚式移動ロボット。

8. (追加) 関節脚部を備え、アクチュエータで前記脚部を駆動して移動する脚式移動ロボットにおいて、前記脚部は、少なくとも第1の関節と、前記第1の関節より重力方向において下方に配置される第2の関節と、前記第1の関節と前記
10 第2の関節を連結するリンクと、前記第2の関節を駆動するアクチュエータの出力が伝達される減速機とを備えると共に、前記減速機のベース部が前記第1の関節と第2の関節を連結するリンクに配置されることを特徴とする脚式移動ロボット。

15

9. (追加) 前記減速機の出力軸が、前記第1の関節の軸線と同軸に配置されると共に、前記第2の関節は、前記減速機の出力軸にロッドを介して駆動されるよう接続されることを特徴とする請求の範囲第7項または第8項記載の脚式移動ロボット。

20

10. (追加) 前記第2の関節は、少なくとも異なる2方向の回転軸線を備えることを特徴とする請求の範囲第7項から第9項のいずれかに記載の脚式移動ロボット。

25

11. (追加) 前記第2の関節は、複数個のアクチュエータによって駆動されると共に、前記複数個のアクチュエータの出力が伝達される減速機の出力軸と複数本のロッドを介して駆動されるよう接続されることを特徴とする請求の範囲第7項から第10項のいずれかに記載の脚式移動ロボット。

12. (追加) 前記複数本のロッドは、前記第2の関節の軸線から所定の距離離間して配置されることを特徴とする請求の範囲第11項記載の脚式移動ロボット。

5 13. (追加) 前記第2の関節は、前記脚部が有する関節の中で最も接地側に配置される関節であることを特徴とする請求の範囲第7項から第12項のいずれかに記載の脚式移動ロボット。